



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 2月 1日

出願番号
Application Number:

特願2001-025155

[ST.10/C]:

[JP2001-025155]

出願人
Applicant(s):

三洋電機株式会社

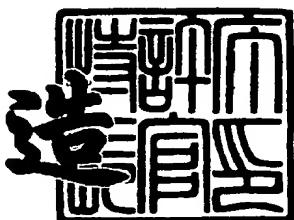
RECEIVED

APR 26 2002

PTC 2600 MAIL ROOM

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕



出証番号 出証特2001-3116311

【書類名】

特許願

【整理番号】

KGA1010001

【提出日】

平成13年 2月 1日

【あて先】

特許庁長官殿

【国際特許分類】

H03G 11/08

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

【氏名】 今井 克巳

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代表者】 桑野 幸徳

【代理人】

【識別番号】 100107906

【弁理士】

【氏名又は名称】 須藤 克彦

【電話番号】 0276-30-3151

【選任した代理人】

【識別番号】 100091605

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 敏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 077770

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特2001-025155

【包括委任状番号】 9904682

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 対数増幅回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号が夫々供給された異なるゲインを有する複数の線形増幅器と、前記入力信号の複数の異なるレベルを検出し、当該個々のレベルに対応してレベル検出信号を出力するコンパレータ回路と、を備え、前記レベル検出信号を前記複数の線形増幅器に供給することにより、前記レベル検出信号に応じて前記複数の線形増幅器の中、いずれか1つの線形増幅器を動作させるように切り替えることを特徴とする対数増幅回路。

【請求項2】 請求項1に記載した対数増幅回路において、前記コンパレータ回路の出力するレベル検出信号に応じて、入力信号のレベルが大になるに従ってゲインのより小さい線形増幅器の出力に段階的に切り替えるように、前記検出信号を前記複数の線形増幅器に供給したことを特徴とする対数増幅回路。

【請求項3】 請求項2に記載した対数増幅回路において、前記コンパレータ回路は、入力信号がベースに供給された入力トランジスタと前記複数のレベルが参照レベルとしてベースに供給された複数の参照トランジスタとを含む差動増幅器と、前記入力信号のレベルと前記参照レベルとのコンパレート結果に応じて、前記参照トランジスタのベースに供給されるレベルを可変とするレベル可変手段と、を含み、前記入力信号のレベルに応じて、前記入力トランジスタ及び複数の参照トランジスタの中、いずれか1つのトランジスタにのみ電流を流し、この電流に応じた電流信号をレベル検出信号とすることを特徴とする対数増幅回路。

【請求項4】 請求項3に記載した対数増幅回路において、前記複数の増幅器は、一方のトランジスタのベースに入力信号が供給された差動トランジスタ対と、前記差動トランジスタ対へ電流を供給するための電流源トランジスタと、を含み、前記コンパレータ回路のレベル検出信号により前記電流源トランジスタへの電流供給を制御することにより、前記レベル検出に応じて前記複数の線形増幅器の中、いずれか1つの線形増幅器を動作させることとしたことを特徴とする対数増幅回路。

【請求項5】 請求項1に記載した対数増幅回路において、入力交流信号を

直流検波する直流検波回路を含み、この直流検波回路の出力を前記複数の線形増幅回路及び前記コンパレータに供給することを特徴とする対数増幅回路。

【請求項6】 請求項5に記載の対数増幅回路において、前記直流検波回路は、前記入力交流信号を全波整流する全波整流回路と、この全波整流回路の出力を平滑化する平滑回路と、を含むことを特徴とする対数増幅回路。

【請求項7】 請求項5に記載した対数増幅回路において、前記コンパレータ回路の出力するレベル検出信号に応じて、入力信号のレベルが大になるに従って、ゲインの小さい線形増幅器の出力に段階的に切り替えるように、前記検出信号を前記複数の線形増幅器に供給したことを特徴とする対数増幅回路。

【請求項8】 請求項7に記載した対数増幅回路において、前記コンパレータ回路は、入力信号がベースに供給された入力トランジスタと前記複数のレベルが参照レベルとしてベースに供給された複数の参照トランジスタとを含む差動増幅器と、前記入力信号のレベルと前記参照レベルとのコンパレート結果に応じて、前記複数の参照トランジスタのベースに供給されるレベルを可変とするレベル可変手段と、を含み、前記入力信号のレベルに応じて、前記入力トランジスタ及び複数の参照トランジスタの中、いずれか1つのトランジスタにのみ電流を流し、この電流をレベル検出信号としたことを特徴とする対数増幅回路。

【請求項9】 請求項8に記載した対数増幅回路において、前記複数の増幅器は、一方のトランジスタのベースに入力信号が供給された差動トランジスタ対と、前記差動トランジスタ対に電流を供給するための電流源トランジスタと、を含み、前記コンパレータ回路のレベル検出信号により前記電流源トランジスタへの電流供給を制御することにより、前記レベル検出に応じて前記複数の線形増幅器の中、いずれか1つの線形増幅器を動作させるように切り替えることを特徴とする対数増幅回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、対数増幅回路に関する。対数増幅回路は入力信号を対数に圧縮して出力する回路であり、種々のアナログ電子回路に利用されている。本発明は、特

に温度依存性を除去した対数増幅回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の対数増幅回路として、ダイオードの順方向電圧 V_f と順方向電流 I_f が対数関係にあることを利用したものが知られている。図9に従来例の対数増幅回路の回路図を示す。図9中、演算増幅回路100 (operational amplifier) の反転入力端子-には抵抗 R を介して入力電圧 V_i が供給され、非反転入力端子+はアースに接続されている。またダイオード101は演算増幅回路100の負帰還ループに入れられている。ダイオード101の順方向電圧 V_f と順方向電流 I_f は次式のように対数関係にある。

【0003】

$$V_f = K \times \log (I_f / I_s) \quad \dots \quad (1)$$

ここで、定数 K は、ボルツマン定数 k 、絶対温度 T 、電子の電荷 q 等によって決まる定数である。 I_s はダイオード101に逆方向電圧を加えたときの飽和電流である。

【0004】

また、演算増幅回路100の反転入力端子-はイマジナリーアース (imaginary earth) となるから、抵抗 R に流れる電流を I_i とすると、次式が成り立つ。

【0005】

$$I_i = V_i / R = I_f \quad \dots \quad (2)$$

$$V_o = -V_f \quad \dots \quad (3)$$

上記の (1) ~ (3) 式から次式 (4) が導かれる。すなわち、入力電圧 V_i を対数に変換した出力電圧 V_o を得ることができる。

$$V_o = -K \times \log (I_f / I_s) = -K \times \log (V_i / I_s \cdot R) \quad \dots \quad (4)$$

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述した構成の対数増幅回路によれば、図10に示すように横軸を対数スケールの入力電圧 V_i とし、縦軸を出力電圧 V_o とすると線形特性が得られる。

【0007】

しかしながら、式(4)において定数Kが大きな温度依存性を持つため、図10に示すように温度によって出力電圧 V_o の感度が大きく変動してしまうという問題があった。

【0008】

そこで、本発明は温度依存性を極力除去して、安定した動作を実現した対数増幅回路を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の対数増幅回路は、入力信号が夫々供給された異なるゲインを有する複数の線形増幅器と、前記入力信号の複数の異なるレベルを検出し、当該個々のレベルに対応してレベル検出信号を出力するコンパレータ回路と、を備え、前記レベル検出信号を前記複数の線形増幅器に供給することにより、前記レベル検出信号に応じて前記複数の線形増幅器の中、いずれか1つの線形増幅器を動作させるように切り替えることを特徴とする。

【0010】

線形増幅器は温度依存性が小さいため、入力信号のレベルに応じて、複数の線形増幅器の中、いずれか1つの線形増幅器を動作させるように切り替えることにより、近似的に対数増幅回路の対数変換特性が得られると共に、温度依存性を極力除去した対数増幅回路を得ることができる。また、線形増幅器の数及びコンパレータ回路が検出する入力信号のレベル数を増やすことにより、対数変換特性を向上させることが可能である。

【0011】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施形態について、図1～図8を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施形態に係る対数増幅回路を説明するための概略回路図である。対数増幅回路は様々なアナログ電子回路に適用されるが、例えばビデオテープに記録された音声信号等を再生する際に、自動トラッキングを行うための制御信号を作成するために用いられる。本実施形態では、再生FMキャリア信号(周波数 $f_0=1.3MHz$)を直流検波した直流信号を対数変換することにより当該制御信号を

作成する回路を例として説明する。

【0012】

図1を参照すると、入力端子INに印加された再生FMキャリア信号（AC信号）は、全波整流回路10に供給され、全波整流が行われる。この全波整流回路10の出力は直流検波回路20に供給され、直流検波が施される。直流検波回路20は、バッファ21及び平滑コンデンサ22から構成されている。

【0013】

図2は、対数増幅回路の入力段の信号波形を示す図であり、図2（A）には、入力再生FMキャリア信号、図2（B）には全波整流回路10の出力信号、図2（C）には直流検波回路20の出力信号が示されている。

【0014】

直流検波回路20によって直流電圧信号に変換された再生FMキャリア信号Viは、更にバッファ23を介して、コンパレータ30及び線形増幅器群40の線形増幅器A1, A2, A3の各入力端子に供給される。

【0015】

ここで、線形増幅器A1, A2, A3は異なるゲインを有する。線形増幅器A1のゲインをG1、線形増幅器A2のゲインをG2、線形増幅器A3のゲインをG3とすると、 $G1 > G2 > G3$ である。近似的に対数増幅器を構成するために、例えば本回路ではゲイン値としては、 $G1 = 10$ 、 $G2 = 1/2$ 、 $G3 = 1/10$ に設定している。ここで、線形増幅器A1は文字通り増幅器として機能するが、線形増幅器A2, A3のゲインは1より小さいため、実質的には減衰器として機能する。

【0016】

コンパレータ30は直流検波回路20の出力レベルVi（直流電圧信号に変換された再生FMキャリア信号）と参照電圧レベルV1, V2とを比較し、3通りの比較結果 $V_i < V_1$ 、 $V_1 < V_i < V_2$ 、 $V_i > V_2$ に応じたレベル検出信号DSを出力する。

【0017】

このレベル検出信号DSは線形増幅器群40に供給される。これにより、Vi

$V_i < V_1$ の場合は線形増幅器 A1 が選択され、 $V_1 < V_i < V_2$ の場合は線形増幅器 A2 が選択され、 $V_i > V_2$ の場合には線形増幅器 A3 が選択されるように切り替えられる。こうして直流検波回路 20 の出力レベル V_i に応じて切り替えられた各線形増幅器 A1, A2, A3 の出力はバッファ 50 を介して出力される。

【0018】

図3に上述した構成の対数増幅回路の入出力特性図を示す。図3 (A) に示すように、 $V_i < V_1$ の電圧領域では線形増幅器 A1 が動作し、 $V_1 < V_i < V_2$ の電圧領域では線形増幅器 A2 が動作し、 $V_i > V_2$ の電圧領域では線形増幅器 A3 が動作するので、入力信号レベル V_i が大きくなるに従ってゲインが小さくなるように切り替えられる。したがって、総合的な入出力特性は折れ線近似による対数特性が得られる。図3 (B) は横軸を対数スケールとして表した図であり、本発明の対数増幅回路の特性は破線で示された理想的な対数特性に近似されていることがわかる。また、コンパレータ 30 の参照電圧レベルの数、線形増幅器の数を増加させることにより、より細かな折れ線近似を行うことにより、理想的な対数特性に更に近づけることが可能である。

【0019】

次に、上述した各回路ブロックの詳細な回路構成について説明する。

図4に、全波整流回路 10 の回路図を示す。図4において、NPN型のトランジスタ TR1 及び TR2 は差動増幅器 11 を構成し、トランジスタ TR1 のベース (入力端子 IN) に入力 AC 信号が印加される。トランジスタ TR1 のコレクタと電源 V_{cc} の間に設けられたPNP型トランジスタ TR3 はトランジスタ TR4 とカレントミラー回路を構成している。このカレントミラー回路の出力には更に NPN型のトランジスタ TR5 及び TR6 から成る電流極性反転用のカレントミラー回路が設けられ、その出力であるトランジスタ TR6 のエミッタはトランジスタ TR2 のベースに接続されている。

【0020】

また、トランジスタ TR2 のベースには参照電圧 V_{ref1} がバッファ 12 及び抵抗 R1 を介して印加されている。更にまた、PNP型のトランジスタ TR7 及び TR8 から成るカレントミラー回路の出力、及びPNP型のトランジスタ TR9

及びTR10から成るカレントミラー回路の出力にはバッファ12及び抵抗R0を介して参照電圧Vref1が供給されている。

【0021】

次に、上述した構成の全波整流回路10の動作を概説する。入力AC信号が入力端子INに印加されると、トランジスタTR2のベースには同じAC信号が現れる（図中のA点）。いま、AC信号が正極性の場合（図中の実線で示した信号部分）、トランジスタTR6から抵抗R1へ電流I1が流れる。一方、トランジスタTR7及びTR8で構成されるカレントミラー回路から電流I1に応じた電流I2が抵抗R0へ流れ込む。そこで、 $R0 > R1$ と設定することにより抵抗R0の一端から電圧増幅された信号が出力される。

【0022】

一方、AC信号が負極性の場合（図中の破線で示した信号部分）、電流I1と逆方向に電流I3が流れる。電流I3はトランジスタTR12に流れる。NPN型のトランジスタTR12とTR13はカレントミラー回路を構成しているので、トランジスタTR13には電流I3に応じた電流I4が流れる。すると、トランジスタTR9及びTR10から成るカレントミラー回路から抵抗R0へ電流I4に応じた電流I5が流れる。トランジスタTR10のコレクタから電圧増幅した同極性の信号が出力される。したがって、この全波整流回路10は入力AC信号の正極性及び負極性信号成分を両方整流すると共に電圧増幅して出力することができる。

【0023】

次に、図5を参照しながらコンパレータ回路30の構成について説明する。PNP型のトランジスタTR21, TR22, TR23は差動増幅器31を構成する。トランジスタTR21のベースには入力信号（本実施形態の場合は、直流検波回路20の出力Vi）が供給される。

【0024】

電源Vccとアース間に接続された抵抗R11, R12, R13から構成される抵抗ストリング32は、参照電圧レベルV1, V2 ($V1 < V2$) を発生する。トランジスタTR22のベースにはトランジスタTR27を介して、そのエミッ

タから参照電圧レベルV1が供給される。また、トランジスタTR23のベースにはトランジスタTR29を介して、そのエミッタから参照電圧レベルV2が供給される。ただし、簡単のためトランジスタTR27, TR29のベースエミッタ間電圧Vbeを無視している。

【0025】

トランジスタTR22のベースと電源Vccとの間にはPNP型のトランジスタTR28が設けられている。一方、トランジスタTR30及びトランジスタ31から成る差動増幅器33が設けられている。このトランジスタTR30には入力信号が印加され、トランジスタTR31のベースには参照電圧レベルV2が印加されている。差動増幅器33は入力信号が参照電圧V2より大になったことを検出して、上記トランジスタTR28をオンさせ、トランジスタTR22のベース電圧を強制的に上昇させることによりトランジスタTR22をオフさせるために用いられる。すなわち、差動増幅器33及びトランジスタTR28は入力信号Viのレベルに応じてトランジスタTR22のレベルを可変するレベル可変回路を構成する。

【0026】

次に、上述したコンパレータ回路30の動作について説明する。いま、入力信号Viが参照電圧レベルV1より小さい時、トランジスタTR21のみがオンするように設定されているものとする。すると、トランジスタTR21のみに電流が流れる。この電流はコレクタ・ベース間がショートされたトランジスタTR24を介して、線形増幅器A1の電流源トランジスタへ供給される。これにより、線形増幅器A1のみが動作状態となる。

【0027】

次に、V1 < 入力信号Vi < V2である場合には、トランジスタTR21はオフし、トランジスタTR22のみがオンするため、トランジスタTR22のみに電流が流れる。この電流はコレクタ・ベース間がショートされたトランジスタTR25を介して、線形増幅器A2の電流源トランジスタへ供給される。これにより、線形増幅器A2のみが動作状態となる。

【0028】

次に、入力信号 V_i が更に上昇し、 $V_i > V_2$ となった場合、トランジスタ TR_{23} がオンするが、トランジスタ TR_{22} のベースには V_1 が供給されているために、トランジスタ TR_{22} がオン状態を維持してしまう。しかしながら、これを防止するために、上記のレベル可変回路によりトランジスタ TR_{22} のレベルを V_1 から高いレベルに変化させることによりトランジスタ TR_{22} のオフ状態を作り出している。

【0029】

さらに詳しく動作説明をすると、入力信号 V_i が V_2 より大となると、差動増幅器 A_3 のトランジスタ TR_{31} がオンする。すると、トランジスタ TR_{31} のコレクタに接続された抵抗 R_{32} に電流が流れ、トランジスタ TR_{32} のベース電圧が上昇し、トランジスタ TR_{32} がオンする。これにより、トランジスタ TR_{32} 及びトランジスタ TR_{32} のコレクタと電源 V_{cc} 間に接続された抵抗 R_{14} に電流が流れる。抵抗 R_{14} の一端に電圧降下が生じるため、トランジスタ TR_{28} のベース電位が下がり、トランジスタ TR_{28} がオンする。トランジスタ TR_{28} がオンすると、トランジスタ TR_{22} のベース電位が上昇するためトランジスタ TR_{22} はオフし、トランジスタ TR_{23} のみがオンするようになる。

【0030】

したがって、トランジスタ TR_{23} のみに電流が流れる。この電流はコレクタ・ベース間がショートされたトランジスタ TR_{26} を介して、線形増幅器 A_3 の電流源トランジスタへ供給される。これにより、線形増幅器 A_3 のみが動作状態となる。

【0031】

次に、図6及び図7を参照しながら線形増幅器 A_1 , A_2 , A_3 の構成例について説明する。図6には線形増幅器 A_1 の回路構成、図7には線形増幅器 A_2 の回路構成を示す。なお、線形増幅器 A_3 の構成は線形増幅器 A_2 と同様である。

【0032】

図6において、トランジスタ TR_{40} 及び TR_{41} は差動トランジスタ対を構成しており、トランジスタ TR_{40} のベースに入力信号 V_i が印加される。トランジスタ TR_{41} のコレクタがベースに接続された出力トランジスタ TR_{55} の

エミッタから出力が取り出される。出力段には抵抗R50及び抵抗R51が設けられている。したがって、この線形増幅器A1のゲインG1は次式のように表される。

【0033】

$$G1 = (R50 + R51) / R51 \quad \dots (5)$$

また、TR50は差動トランジスタTR40及びTR41に電流を供給する電流源トランジスタであり、そのベースにはコンパレータ回路30からのレベル検出信号DSが供給される。具体的には、図5に示したコンパレータ回路30のトランジスタTR24のベースが電流源トランジスタTR50のベースに接続されることにより、トランジスタTR24と電流源トランジスタTR50とがカレントミラーを構成する。すなわち、コンパレータ回路30のトランジスタTR24からの電流に応じて、電流源トランジスタTR50に電流が供給され、線形増幅器A1は動作可能な状態となる。

【0034】

また、図7において、トランジスタTR42及びTR43は差動トランジスタ対を構成しており、トランジスタTR42のベースに入力信号Viが印加される。トランジスタTR43のコレクタがベースに接続された出力トランジスタTR56のエミッタから出力が取り出される。入力段には抵抗R52及び抵抗R53が設けられている。したがって、この線形増幅器A2のゲインG2は次式のように表される。G2<1であるから、線形増幅器A2は減衰器として機能する。

【0035】

$$G2 = R53 / (R52 + R53) \quad \dots (6)$$

また、TR51は差動トランジスタTR42及びTR43に電流を供給する電流源トランジスタであり、そのベースにはコンパレータ回路30からのレベル検出信号DSが供給される。具体的には、図5に示したコンパレータ回路30のトランジスタTR25のベースが電流源トランジスタTR51のベースに接続されることにより、トランジスタTR25と電流源トランジスタTR51とがカレントミラーを構成する。コンパレータ回路30のトランジスタTR25からの電流に応じて、電流源トランジスタTR50に電流が供給され、線形増幅器A2は動

作可能な状態となる。

【0036】

次に、線形増幅器A1, A2, A3の他の回路構成例について図8を参照しながら説明する。図8に示すように、出力トランジスタTR60は3つの線形増幅器A1, A2, A3において兼用されている。同様に出力トランジスタTR60のエミッタに接続された電流源I、トランジスタTR46及びTR47で構成されるカレントミラー回路についても3つの線形増幅器A1, A2, A3において兼用されている。これにより、図6及び図7に示したように3つの線形増幅器A1, A2, A3を個別に設けた場合に比べて回路素子数を削減することができる。

【0037】

【発明の効果】

本発明の対数増幅回路によれば、複数の線形増幅器を並列に設け、入力信号のレベルに応じて、複数の線形増幅器の中、いずれか1つの線形増幅器を動作させるように切り替えるようにしたので、近似的に対数変換特性が得られると共に、温度依存性を極力除去した対数増幅回路を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る対数増幅回路を示す概略回路図である。

【図2】

本発明の実施形態に係る対数増幅回路の入力段の信号波形を示す図である。

【図3】

本発明の実施形態に係る対数増幅回路の入出力特性を示す図である。

【図4】

本発明の実施形態に係る全波整流回路の回路図である。

【図5】

本発明の実施形態に係るコンパレータ回路の回路図である。

【図6】

本発明の実施形態に係る線形増幅器の回路構成図である。

【図7】

本発明の実施形態に係る線形増幅器の回路構成図である。

【図8】

本発明の実施形態に係る線形増幅器の回路構成図である。

【図9】

従来例に係る対数増幅回路を示す回路図である。

【図10】

従来例に係る対数増幅回路の線形特性を示す図である。

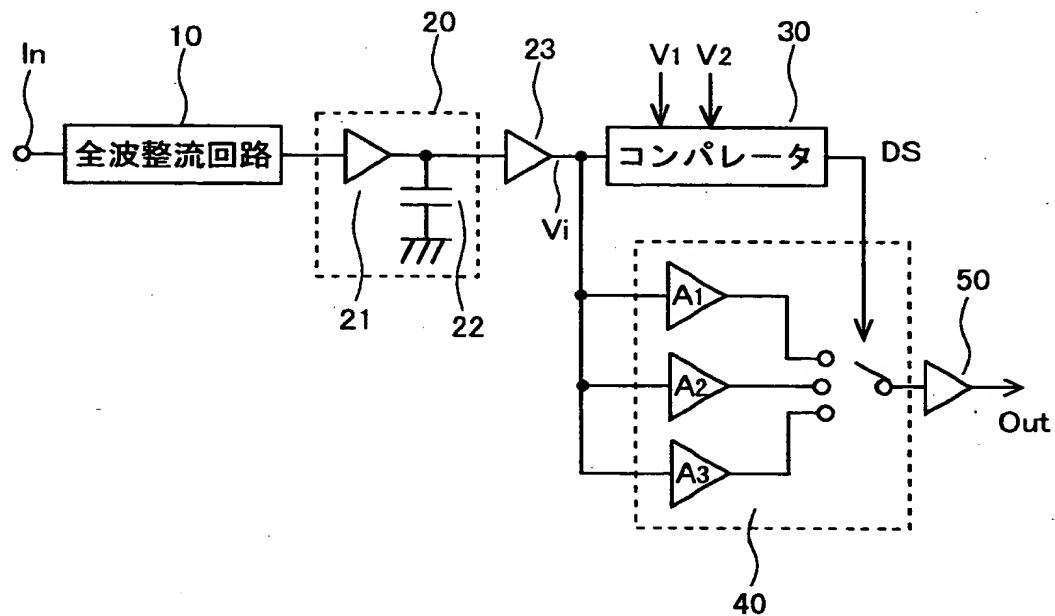
【符号の説明】

1 0	全波整流回路
1 1	差動増幅器
1 2	バッファ
2 0	直流検波回路
2 1, 2 3	バッファ
2 2	平滑コンデンサ
3 0	コンパレータ回路
3 1, 3 3	差動増幅器
3 2	抵抗ストリング
4 0	線形増幅器群
1 0 0	演算増幅回路
1 0 1	ダイオード
A 1 ~ A 3	線形増幅器
D S	レベル検出信号

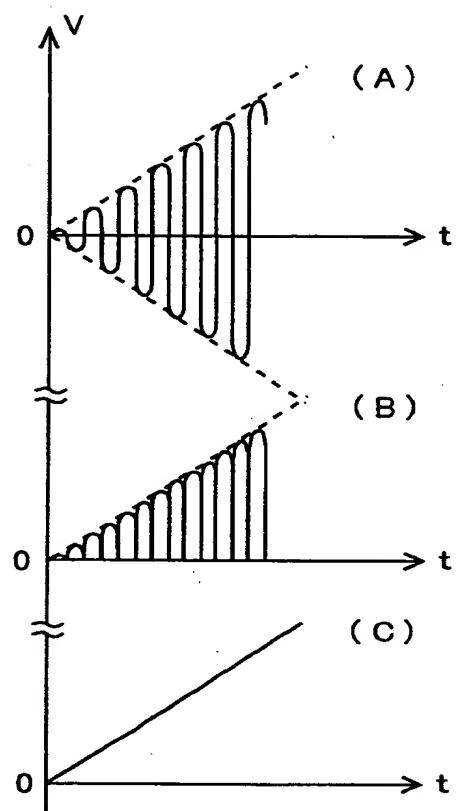
【書類名】

図面

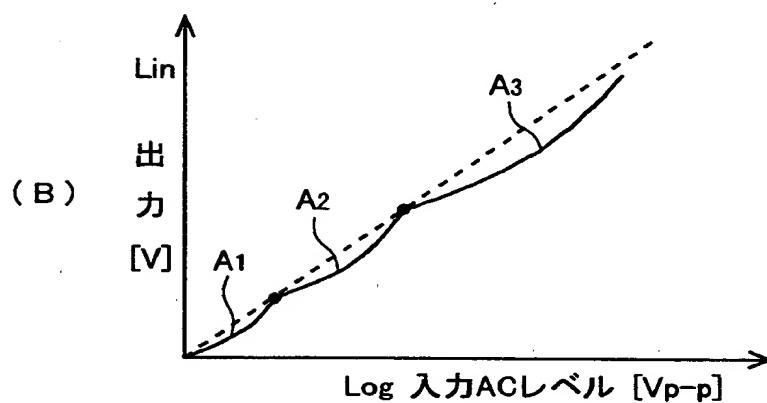
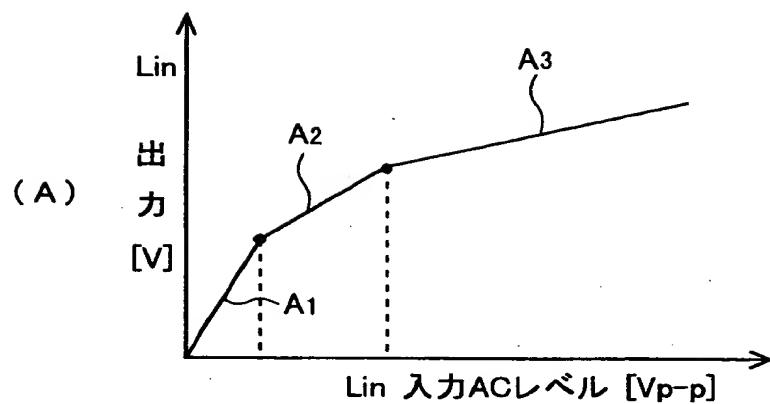
【図1】



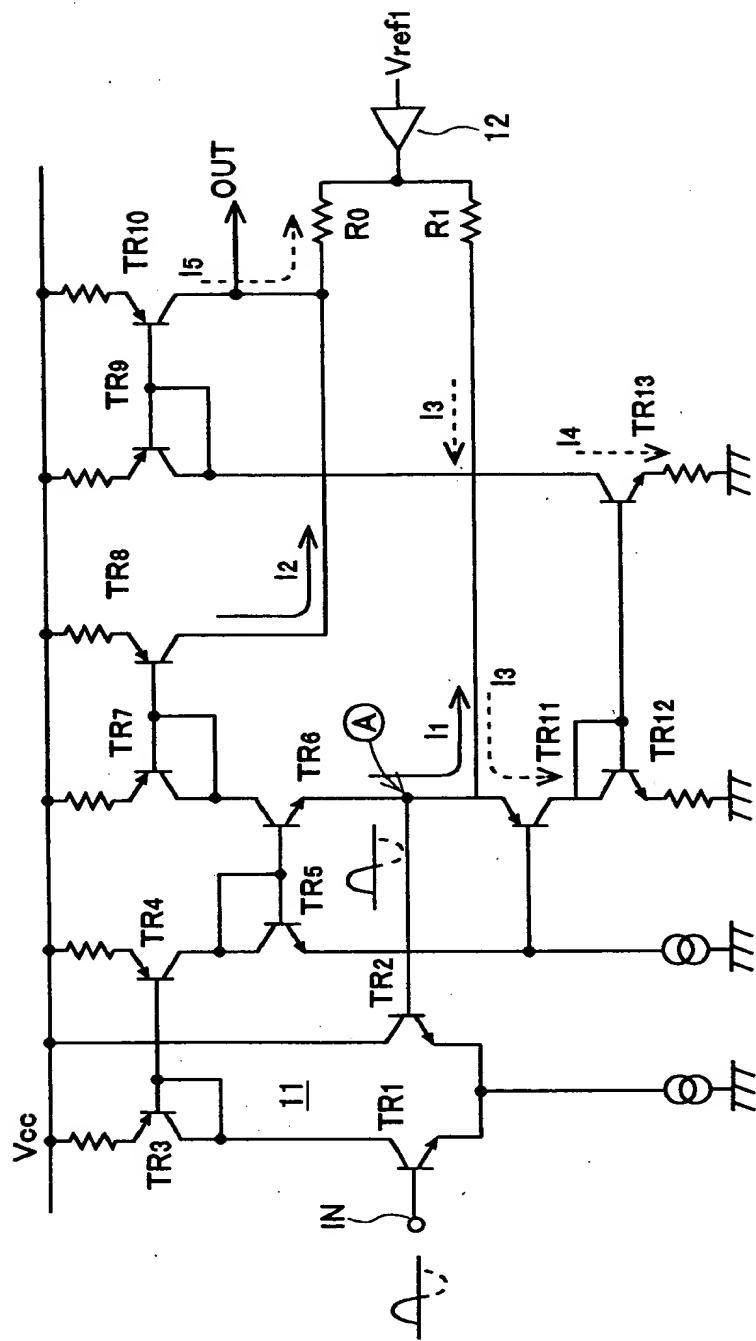
【図2】



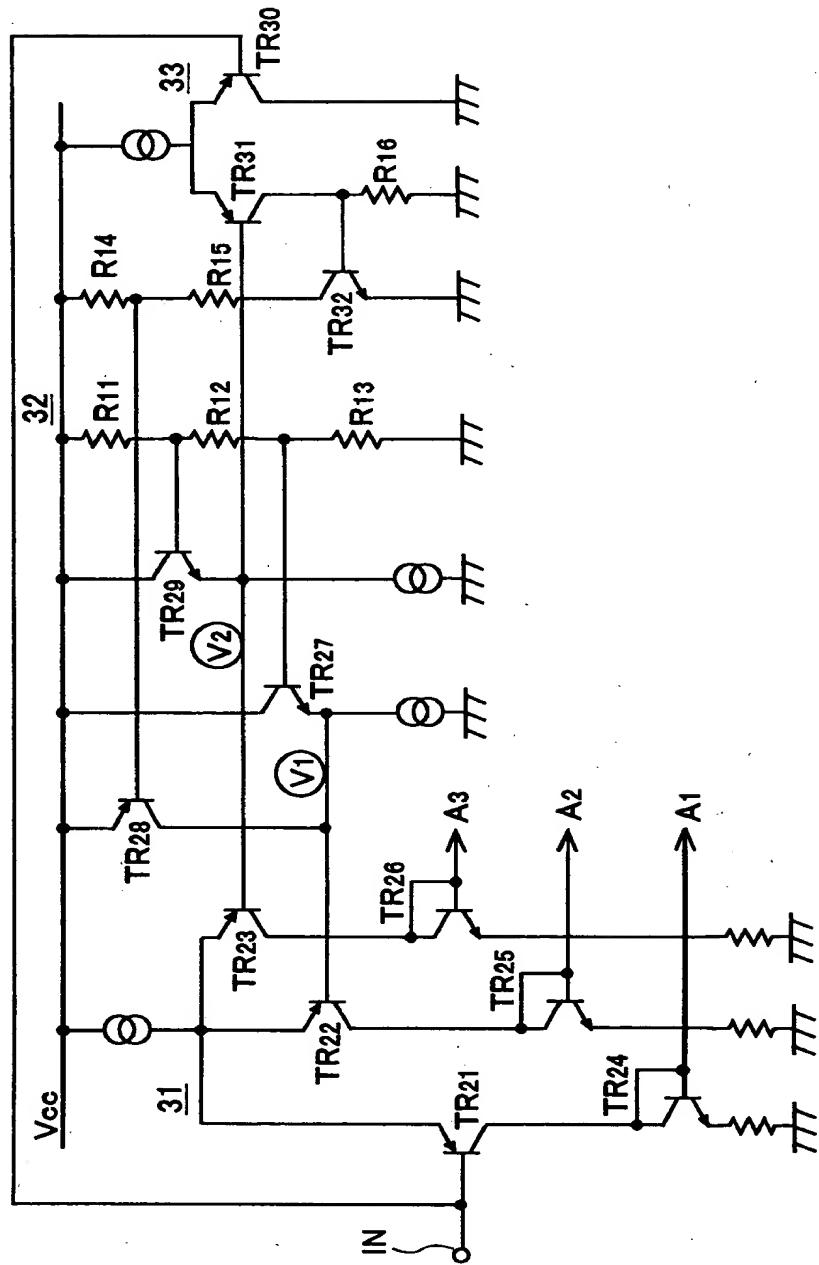
【図3】



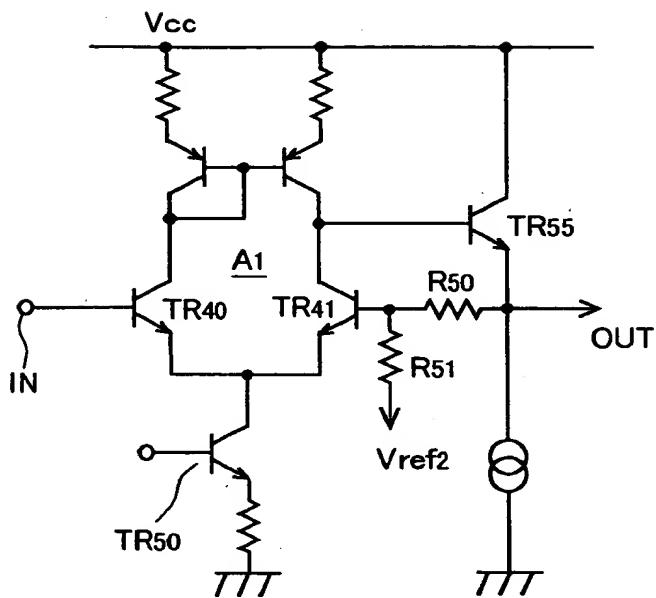
【図4】



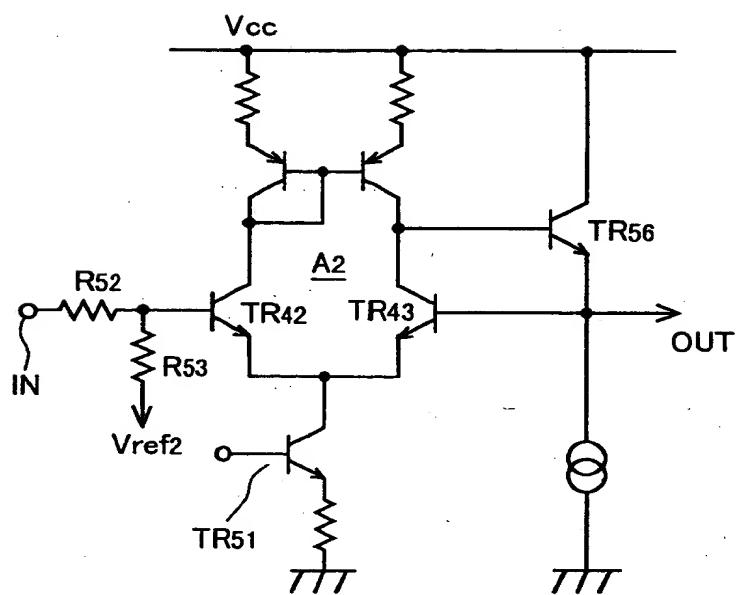
【図5】



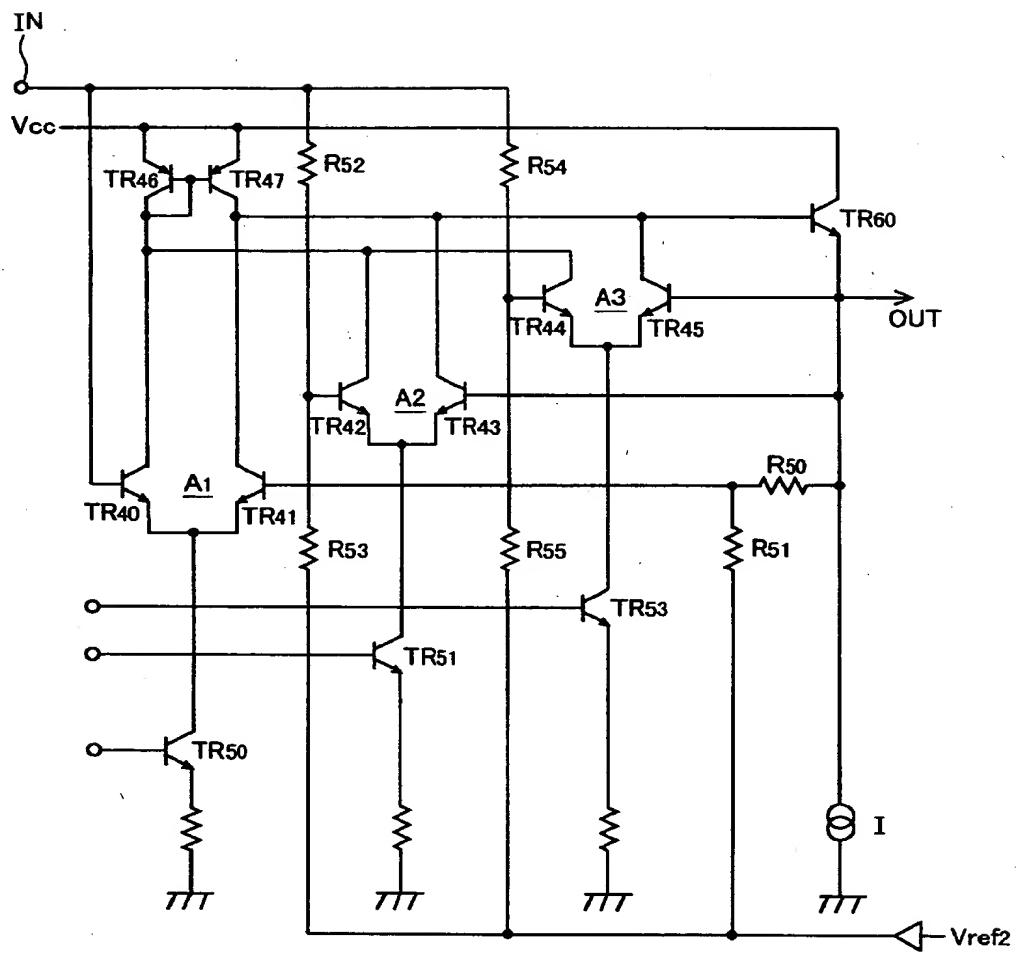
【図6】



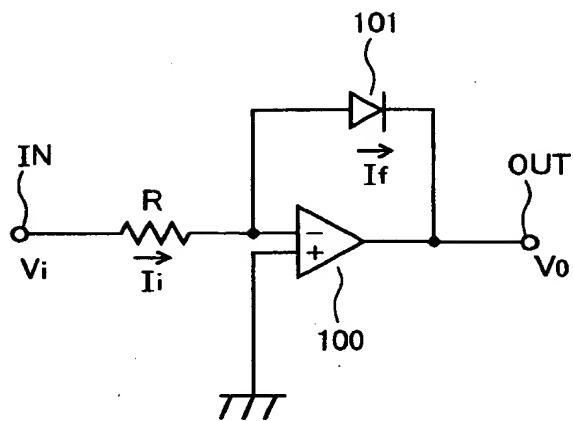
【図7】



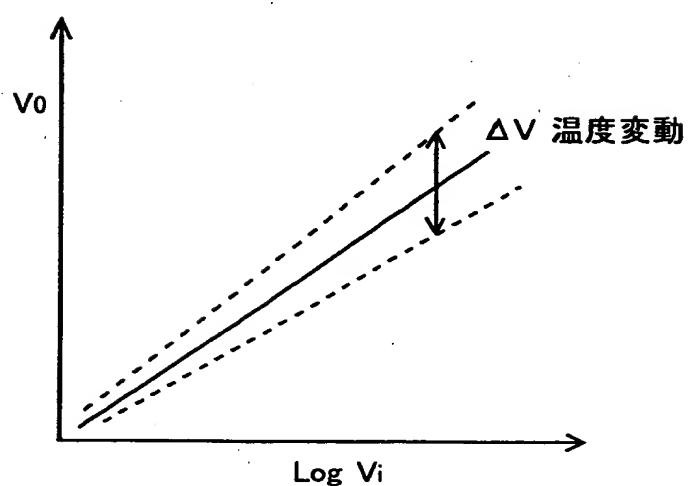
【図 8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度依存性を極力除去した対数増幅回路を実現する。

【解決手段】 複数の線形増幅器A1, A2, A3を並列に設け、入力信号をこれらの線形増幅器A1, A2, A3に印加すると共に、レベル検出を行うコンパレータ30に印加し、入力信号のレベルに応じて、いずれか1つの線形増幅器のみを動作させるように切り替えるようにした。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日 1993年10月20日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

氏 名 三洋電機株式会社